



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar)
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA (DFisio)
LABORATÓRIO DE FISIOTERAPIA CARDIOPULMONAR (LACAP)



**MARCADORES DE POTÊNCIA CIRCULATÓRIA E VENTILATÓRIA
EM PACIENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: INFLUÊNCIA
DO CONTROLE GLICÊMICO**

Aluno: Letícia Menegalli Santos

Orientadora: Profa. Dra. Renata Gonçalves Mendes

Coorientador: Ms. Claudio Donisete da Silva

**SÃO CARLOS
2022**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar)
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA (DFisio)
LABORATÓRIO DE FISIOTERAPIA CARDIOPULMONAR (LACAP)



MARCADORES DE POTÊNCIA CIRCULATÓRIA E VENTILATÓRIA EM PACIENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: INFLUÊNCIA DO CONTROLE GLICÊMICO

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Fisioterapia.

Aluno: Letícia Menegalli Santos

Orientadora: Profa. Dra. Renata Gonçalves Mendes

Coorientador: Ms. Claudio Donisete da Silva

SÃO CARLOS
2022

FOLHA DE APROVAÇÃO

 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
CURSO NAL. DE FISIOTERAPIA
E-mail: gff@ufscar.br
Rua: Washington Luís, s/nº, 135 - 135 - Postal 413
CEL: (065) 3333-4343 Fax: (065) 3333-4204
CEP: 13506-907 São Carlos - SP



Avaliação do Trabalho de Graduação em Fisioterapia

() TG1 () TG2 (X) TG3

Título: MARCADORES DE POTÊNCIA CIRCULATÓRIA E VENTILATÓRIA EM PACIENTES COM DIABETES MELLITUS: INFLUÊNCIA DO CONTROLE GLICÊMICO

Aluno: Leticia Mesegalli Santos
Orientador: Renata Gonçalves Mendes
Coorientador: Claudio Donisete da Silva

Membros da banca:

Nome	Assinatura	Nota
Renata Trimer		10,0
Viviane Castello-Simões		10,0
Étore De Favari Signini		10,0

Data: 31 / 08 / 2022 Média Final: 10,0

DEDICATÓRIAS

Dedico esse trabalho aos meus pais, que lutaram ao meu lado para que eu pudesse realizar meus sonhos, minha vitória também é de vocês.

“O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos.” - Walt Disney

AGRADECIMENTOS:

A Deus, por me dares sempre tua mão como um pai amoroso que jamais abandona um filho.

Aos meus pais, Eliana e Wander e meu irmão Thiago pelo apoio em todos os momentos e por estarem sempre presentes durante minha caminhada até aqui, sendo meus pilares e me ajudando e inspirando a sempre seguir em frente, nunca medindo esforços para que eu pudesse seguir meu sonho.

Às minhas avós Irene e Rosa sempre estiveram presentes na minha vida, me apoiando e cuidando de mim e aos meus avôs Elias e José (*in memoriam*), que sei que de algum lugar, olham por mim.

Aos meus primos que sempre me apoiaram e me inspiraram a seguir esse caminho, e aos meus tios, tias e meus padrinhos que me ajudaram de todas as formas que puderam a chegar aqui.

À minha orientadora, Renata, meu coorientador Cláudio, que me deram a oportunidade de realizar uma iniciação científica, e minha amiga Laura, que sempre me ajudaram em todas as etapas deste trabalho, acreditando no meu potencial e me ajudando sempre a crescer dentro desse ambiente.

Também gostaria de agradecer a todos meus amigos, que estiveram presentes em todos os momentos, me aconselhando e dando sempre apoio.

E por fim agradeço aos meus demais professores e todos aqueles que me ajudaram de alguma forma durante minha caminhada até aqui.

RESUMO:

INTRODUÇÃO: A função cardiorrespiratória tem se mostrado prejudicada em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2 (DM2). A potência circulatória (PC) e potência ventilatória (PV) obtidas pelo teste de exercício cardiopulmonar (TECP) são índices que avaliam a integridade cardiopulmonar, entretanto, a influência do controle glicêmico nestes indicadores ainda merece ser investigada. **OBJETIVO:** Investigar a influência do controle glicêmico nos índices de PC e PV no DM2. **MÉTODOS:** Indivíduos com DM2 de ambos os sexos com idade entre 40 e 64 anos que, após realização de exame de sangue laboratorial, foram alocados em dois grupos de acordo com a hemoglobina glicada (HbA1c) em: bom controle glicêmico (BCG, n=11, HbA1c \leq 7%) e insuficiente controle glicêmico (ICG, n=26, HbA1c $>$ 7%). Todos os participantes foram submetidos a um TECP em esteira rolante, aplicando-se protocolo de Bruce com incremento na inclinação e velocidade a cada 3 minutos. Para análise ergoespirométrica, utilizou-se um analisador de gases Oxycon Mobile® e foi considerado como VO_{2Pico} o maior valor observado nos últimos 30 segundos do teste. Os valores de PC foram obtidos pelo produto do pico de consumo de oxigênio pela pressão arterial sistólica (PAS) e PV pela divisão da PAS pela eficiência ventilatória (VE/VCO_{2slope}). O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$. **RESULTADOS:** Os grupos foram semelhantes quanto às características basais, exceto para a glicemia de jejum esperada e HbA1c. Quanto aos índices PC e PV, os grupos com diferentes perfis glicêmicos se mostraram também semelhantes, PC: BCG: $4756,05 \pm 1061,67$ e ICG: $4434,15 \pm 1247,83$ mmHg.ml.kg⁻¹min⁻¹ $p=0,460$ e PV: BCG: $5,85 \pm 1,08$ e ICG: $5,86 \pm 1,31$ mmHg.ml.kg⁻¹min⁻¹ $p=0,978$. **CONCLUSÃO:** Independentemente do controle glicêmico, os índices de integridade cardiopulmonar, PC e PV, foram semelhantes em indivíduos com DM2. A capacidade preditiva dessas variáveis nos desfechos de saúde merece ser mais investigada no DM2.

PALAVRAS-CHAVE: teste de exercício cardiopulmonar; controle glicêmico; diabetes mellitus tipo 2,

ABSTRACT:

INTRODUCTION: Cardiorespiratory function has been shown to be impaired in individuals with type 2 diabetes mellitus (DM2). The circulatory power (PC) and ventilatory power (PV) obtained by the cardiopulmonary exercise test (CPET) are indices that assess cardiovascular integrity, however, the influence of glycemic control on these indicators still deserves to be investigated. **OBJECTIVE:** To investigate the influence of glycemic control on PC and PV indices in DM2. **METHODS:** Individuals with DM2 of both sexes aged between 40 and 64 years were allocated into two groups: good glycemic control (GGC, n=11, HbA1c \leq 7%) and insufficient glycemic control (IGC, n=26, HbA1c $>$ 7%). All participants underwent CPET on a treadmill, applying the Bruce protocol with increments in incline and speed every 3 minutes. For ergospirometric analysis, an Oxycon Mobile® gas analyzer was used, and the highest value observed in the last 30 seconds of the test was considered as VO₂Peak, they were referred for a laboratory blood test. PC values were obtained by the product of peak oxygen consumption by systolic blood pressure (SBP) and PV by dividing SBP by ventilatory efficiency (VE/VCO₂ slope). The significance level was set at p $<$ 0.05. **RESULTS:** The groups were similar in terms of baseline characteristics, except for expected fasting glucose and glycated hemoglobin. As for the BW and BW indices, the groups with different glycemic profiles were also similar BW: GGC:4756.05 \pm 1061.67 and IGC: 4434.15 \pm 1247.83 mmHg.ml.kg⁻¹min⁻¹ p=0.460 and PV: GGC: 5.85 \pm 1.08 and IGC: 5.86 \pm 1.31 mmHg.ml.kg⁻¹min⁻¹ p=0.978. **CONCLUSION:** Regardless of glycemic control, the cardiovascular integrity indices, CP and VP, were similar in individuals with DM2. The predictive ability of these variables on health outcomes deserves further investigation in DM2

KEY-WORDS: cardiopulmonary exercise test, glycemic control, type 2 diabetes mellitus

Sumário

1. ESTUDO 1 (Versão em português com inserção de ilustrações e detalhamento das descrições)	9
1.1 INTRODUÇÃO	10
1.2 MÉTODOS	12
1.2.1 Seleção de participantes e aspectos éticos	12
1.2.2 Caracterização da amostra	14
1.2.4 Operacionalização de variáveis	15
1.2.5 Análise estatística	16
1.3 RESULTADOS	17
1.4 DISCUSSÃO	21
1.5 REFERÊNCIAS:	25

1. ESTUDO 1 (Versão em português com inserção de ilustrações e detalhamento das descrições)

Título em inglês: CIRCULATORY AND VENTILATORY POWER MARKERS IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS: INFLUENCE OF GLYCEMIC CONTROL

Nomes: Letícia Menegalli Santos, Claudio Donisete da Silva, Laura Beatriz Lorevice, Clara Italiano Monteiro, Paula Angelica Ricci, Audrey Borghi-Silva, Renata Gonçalves Mendes

Artigo aceito para publicação na revista European Journal of Clinical and Experimental Medicine – (Volume 20(3)/2022 due in September 2022)

1.1 INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus (DM) é um distúrbio metabólico caracterizado por hiperglicemia persistente, resultante de uma deficiência na produção de insulina pelo pâncreas, em sua ação, ou em ambos os mecanismos (SBD, 2019). O número de pessoas diagnosticadas com DM tem aumentado em vários países, sendo que, em 2021, a prevalência mundial de diabetes foi de 537 milhões de adultos, com previsão de chegar a 783 milhões em 2045. Uma visão mais centralizada na América do Sul e Central demonstrou que, em 2021 havia 32 milhões de pessoas vivendo com diabetes, com previsão de atingir a marca de 49 milhões de pessoas até 2045. Nesses países 1 a cada 3 adultos que vivem com diabetes não são diagnosticados. (“IDF diabetes atlas - Home”, 2021)

Um aspecto do comprometimento da saúde em pacientes diagnosticados com DM tipo 2 (DM2), contribuindo para um maior risco de doença cardiovascular (DCV), está relacionado à incapacidade de realizar atividades de vida diária quando comparados à indivíduos sem a doença (ANJOS et al., 2012) e baixa função cardiorrespiratória, que pode ser avaliada por meio do consumo de oxigênio (VO_2), pois estudos mostram forte associação inversa entre capacidade funcional cardiorrespiratória e diabetes (GREGG et al., 2000; WEI et al., 1999), que é um fator de risco significativo para mortalidade nessa população (SILVA et al., 2019).

O teste cardiopulmonar de exercício (TECP) é um procedimento não invasivo que visa avaliar a capacidade funcional do paciente, sendo considerado o padrão ouro para avaliação da capacidade aeróbica ou avaliação do desempenho cardiorrespiratório e metabólico (ANJOS et al., 2012). O consumo de oxigênio pico (VO_{2PICO}) é o parâmetro mais representativo da aptidão física cardiorrespiratória, cuja forte associação com o desempenho físico aeróbio o certifica como ferramenta para a prescrição do treinamento físico aeróbio (MIRANDA et al., 2015). No entanto, para alguns grupos de pacientes, como os diabéticos que apresentam faixas de VO_{2PICO}

muito baixas, essa variável pode perder um pouco seu valor prognóstico, dando lugar a outras variáveis importantes também obtidas pelo TECP.

. Dentre as variáveis obtidas durante o TECP, a potência circulatória (PC) e a potência ventilatória (PV) têm se mostrado importantes marcadores do nível de integridade cardiopulmonar do indivíduo (CASTELLO-SIMÕES) e são consideradas preditoras independentes de mortalidade (COHEN-SOLAL; FORMAN), sendo que uma PC e PV reduzidas indicam pior prognóstico (COHEN-SOLAL; FORMAN; CASTELLO-SIMÕES). A PC avalia os componentes centrais e periféricos do trabalho cardíaco, sendo definida como produto do pico VO_{2PICO} e da pressão arterial sistólica pico (PAS_{PICO}) (COHEN-SOLAL et al., 2002) enquanto o índice PV combina a avaliação do sistema hemodinâmico com a eficiência ventilatória para produção de gás carbônico durante o exercício, sendo definido pela divisão de PAS_{PICO} por VE/VCO_{2lope} representando a eficiência ventilatória para a produção de dióxido de carbono (FORMAN et al., 2012). Para algumas variáveis já existem valores conhecidos e tabulados, dentre os mais utilizados está a tabela de classificação funcional da American Heart Association publicada em 1972, que se baseia no VO_{2PICO} obtido em um TECP. Em relação às variáveis que serão abordadas neste estudo, Mezzani (MEZZANI, 2017) apresenta uma tabela com valores de normalidade da PC para pessoas saudáveis, porém, ainda não há valores comparativos com a população diabética. Em relação ao PV, não encontramos na literatura tabelas com valores de normalidade.

Também podemos considerar o controle glicêmico como um fator importante para o controle do DM. O controle glicêmico adequado retarda o aparecimento e progressão das complicações microvasculares, além de reduzir o risco de eventos cardiovasculares em 42% e em 57% o de infarto do miocárdio não fatal, acidente vascular cerebral e morte (QUEIROZ; SILVA; ALFENAS, 2010). Quando intensificado, o controle glicêmico pode prevenir e/ou retardar o aparecimento de complicações crônicas do DM, sendo o índice glicêmico e a carga

glicêmica fatores úteis para prever a resposta glicêmica aos alimentos (SILVA et al., 2009). Além disso, já se conhece o impacto do insuficiente controle glicêmico na capacidade aeróbia demonstrada pelo baixo VO_{2PICO} e carga de trabalho alcançada no TECP. (EL-HABASHY; AGHA; EL-BASUNI, 2014).

Dessa forma, a hemoglobina glicada (HbA1c) reflete a concentração média de glicose no sangue nas últimas semanas, ao invés da concentração de glicose no sangue naquele momento, representando a porcentagem de hemoglobina que está ligada à glicose (ROSSANEIS et al., 2019). Níveis de HbA1c acima de 7% indicam insuficiente controle glicêmico e estão associados a um risco progressivamente maior de complicações crônicas (STOLAR, 2010), daí o conceito atual de tratamento do diabetes mellitus definido pela Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) estipular o valor de 6,5% como limite superior da valor aceitável para um paciente com DM bem controlado (NETTO et al., 2009).

Entretanto, a influência do controle glicêmico merece ser melhor estudada. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo explorar a influência do controle glicêmico nos índices de PC e PV em pacientes com DM2. Nossa hipótese é que o pior perfil glicêmico se traduziria em piores valores de PC e PV.

1.2 MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, observacional desenvolvido no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

1.2.1 Seleção de participantes e aspectos éticos

O estudo incluiu indivíduos de ambos os sexos com diagnóstico prévio de DM2 (COBAS, 2022) e com idade entre 40 e 64 anos, residentes na cidade de São Carlos - São Paulo,

Brasil, que foram alocados em dois grupos: grupo bom controle glicêmico (BCG) e grupo insuficiente controle glicêmico (ICG) separados por meio dos resultados dos exames laboratoriais de sangue, de acordo com os valores de HbA1C, com o valor corte estabelecido em 7 % (STOLAR, 2010). O estudo não incluiu hipertensos não controlados, fumantes, etilistas ou usuários de drogas ilícitas, participantes que apresentaram: alterações no eletrocardiograma [isquemia, sobrecargas, arritmias graves (como taquicardia ventricular) e distúrbios de condução], tanto em repouso quanto durante o teste clínico de exercício físico, participantes com distúrbios neurológicos e ortopédicos, participantes que não possuíam nível de compreensão suficiente para entender a rotina dos protocolos.

O recrutamento dos participantes foi realizado por meio de divulgação em mídia eletrônica e impressa, e pacientes cadastrados nas Unidades Básicas de Saúde, na cidade de São Carlos, São Paulo - Brasil. Após a identificação dos participantes elegíveis, eles foram convidados a participar do estudo e, após sua aceitação, realizaram todas as avaliações descritas a seguir.

Os participantes também foram informados e orientados sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos e os métodos utilizados neste estudo e a natureza não invasiva dos experimentos. Também foram fornecidas informações aos participantes sobre a confidencialidade dos dados coletados durante o estudo e sobre a preservação de suas identidades. Após esclarecer todas as dúvidas levantadas pelos participantes e aceitar livremente participar da pesquisa, todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, seguindo as normas do Conselho Nacional de Saúde (resolução 466/2012). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar sob o número CAAE: 90754318.0.0000.5504.

1.2.2 Caracterização da amostra

Todos os procedimentos foram realizados em 3 dias não consecutivos, no primeiro, todos os participantes foram submetidos a uma anamnese para obtenção de dados pessoais como nome completo, endereço, idade, massa corporal, estatura, vida diária e hábitos alimentares. Os participantes também foram questionados sobre medicamentos em uso e histórico familiar.

No segundo dia, foram realizados exames laboratoriais de sangue no Laboratório Médico Dr. Maricondi São Carlos – Brasil, para as análises bioquímicas, incluindo lipídios séricos em jejum (colesterol total e frações e triglicerídeos), perfil glicêmico (glicemia e insulina em jejum), índice de Avaliação do Modelo de Homeostase – HOMA e HbA1c e hemograma completo. As amostras foram coletadas entre 7h00 e 10h00 e os participantes foram orientados a jejuar por 8 a 12 horas.

1.2.3 Teste de exercício cardiopulmonar (TECP)

O TECP foi realizado durante o terceiro dia, na presença de um cardiologista, a fim de avaliar a capacidade aeróbica dos participantes, bem como obter as variáveis de interesse para este estudo (VO_{2PICO} e VE/VCO_{2slope}), além disso, a pressão arterial sistólica foi monitorada pelo método auscultatório utilizando esfigmomanômetro (Tycos/Bic, Brasil) e estetoscópio (Littmann ® Classic III, Brasil). O TECP, considerado padrão ouro para avaliação da capacidade aeróbica, foi realizado em esteira rolante (Super ATL, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil), aplicando-se o protocolo de Bruce (BRUCE et al., 1963) de forma incremental. Houve aumento da velocidade e inclinação a cada 3 minutos. Para análise das variáveis ergoespirométricas, foi utilizado um analisador de gases Oxycon Mobile® (Mijnhardt/Jäger, Würzburg, Alemanha) (Fig. 1). Antes de iniciarem o TECP, todos os voluntários permaneceram por 3 minutos em repouso sentado, e sequencialmente 3 minutos de repouso em pé e após a interrupção do teste, permaneceram por 3 minutos de recuperação ativa e 3 minutos de

recuperação passiva (Fig. 2). Os voluntários foram incentivados a realizar o teste até a exaustão e os critérios de interrupção do teste foram os descritos por Balady (BALADY et al., 2010).



Fig. 1: Oxycon Mobile® (Mijnhardt/Jäger, Würzburg, Alemanha)

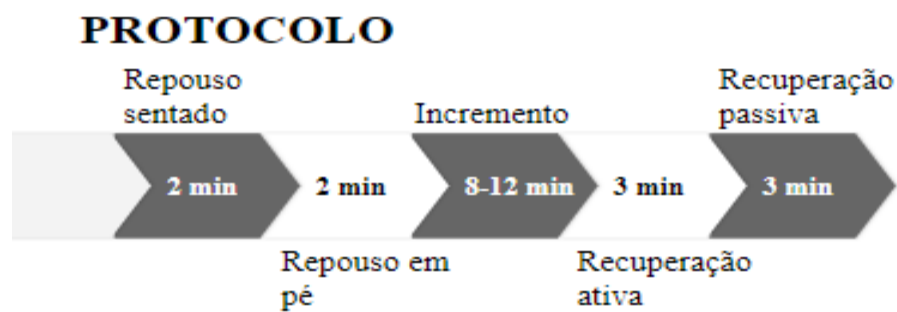


Fig. 2.: Protocolo TECP

1.2.4 Operacionalização de variáveis

Durante o TECP, as seguintes variáveis foram coletadas para análise: taxa de troca respiratória (RER), (COHEN-SOLAL et al., 2002). VO_{2PICO} , considerado o maior valor observado nos últimos 30 segundos do teste (WASSERMAN, 1999), pico de produção de dióxido de carbono (VCO_{2PICO}). A pressão arterial foi medida ao final de cada etapa do teste e

no momento do pico do exercício (PAS_{PICO}), obtida no momento em que as variáveis de interrupção do TECP são atingidas ou quando o paciente relatasse exaustão e solicitasse a interrupção do teste. O VE/VCO_{2slope} foi calculado do início ao pico do exercício e o valor considerado VE/VCO_{2slope} foi obtido por meio de regressão linear entre essas variáveis, sendo o com VE no eixo y e VCO_2 no eixo x.

Os valores de PC foram obtidos pelo produto de VO_{2PICO} por PAS_{PICO} (COHEN-SOLAL et al., 2002) e PV dividindo os valores de PAS_{PICO} pelo VE/VCO_{2slope} (FORMAN et al., 2012) (Fig. 3).

Fig. 3. Equação de potência circulatória e ventilatória.

The diagram consists of a large rectangular box containing two smaller rectangular boxes. The top box is titled "Potência circulatória" and contains the equation $PC = VO_{2PICO} \times PAS_{PICO}$. The bottom box is titled "Potência ventilatória" and contains the equation $PV = \frac{PAS_{PICO}}{VE/VCO_{2slope}}$.

PC: potência circulatória; PAS_{PICO} : pressão arterial sistólica pico; VE/VCO_{2slope} : relação linear entre ventilação minuto e produto de dióxido de carbono; VO_{2PICO} : consumo de oxigênio pico; PV: potência ventilatória

1.2.5 Análise estatística

Para análise estatística, foi utilizado o software Sigma Plot 11.0 (Systat, EUA, 2011). A normalidade da distribuição dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparação entre os grupos (BCG e ICG) segundo características populacionais, exames

laboratoriais e índices de PC e PV obtidos no TECP, foi utilizado o teste t de Student não pareado para dados com distribuição normal e o teste de Mann-Whitney para distribuição não normal. Os dados são apresentados como média \pm desvio padrão para dados com distribuição normal e mediana e intervalo interquartil para dados com distribuição não normal.

Para avaliar a relação entre controle glicêmico e PV e PC foi utilizado o teste de correlação de Pearson. A classificação para o coeficiente de correlação foi a proposta por (MUNRO, B. H., 2001), sendo considerada uma pequena correlação de 0 a 0,25; baixa de 0,26 a 0,49; moderada de 0,50 a 0,69; alta de 0,70 a 0,89; e muito alta de 0,90 a 1,00. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$.

1.3 RESULTADOS

Trinta e sete pacientes com diagnóstico de DM2 participaram deste estudo e foram alocados em dois grupos (BCG, n=11 e ICG, n=26). As características basais dos grupos estão descritas na Tabela 1. Não foram encontradas diferenças basais entre os dois grupos, exceto para a glicemia de jejum e HbA1C, como já esperado, e tempo de diagnóstico de DM2. Em relação às variáveis de PC e PV, não foram encontradas diferenças entre os grupos estudados e os resultados estão descritos na Tabela 2 e Fig. 4A e 4B. Além disso, não houve relação entre as principais variáveis (PV e PC) e o controle glicêmico, seja dentro de cada grupo ou em relação ao número total de participantes (Tabela 3 e Fig. 5).

Tabela 1. Caracterização da amostra

	BCG (n=11)	ICG (n=26)	p	TOTAL (n=37)
Idade (anos)	53,0 ± 8,0	54,0 ± 8,0	0,69	54 ± 8,3
Gênero (M/F)(n)	7M/4F	19M/7F		26M/11F
Massa corporal (kg)	84,1 ± 14,9	87,1 ± 15,5	0,58	86,2 ± 5,2
Altura (m)	1,7 ± 0,1	1,7 ± 0,1	0,68	1,7 ± 0,1
IMC (kg/m ²)	28,47(25,40-30,89)	29,61(25,74-30,96)	0,79	29,1 ± 4,7
Glicemia em jejum (mg/dl)	125,00(115,25-129,75)	147,50(127,00-170,00)	0,01	148 ± 50,3
HbA1C (%)	5,9 ± 1,2	8,98 ± 1,5	<0,001	8,06 ± 2,0
Colesterol total (mg/dl)	172,18 ± 44,5	184,6 ± 45,6	0,45	180,9 ± 45,0
HDL (mg/dl)	44,00(38,00-55,00)	42,50(32,00-50,60)	0,22	44,9 ± 14,7
LDL (mg/dl)	94,7 ± 44,7	112,46 ± 39,9	0,24	105,5 ± 42,1
VLDL (mg/dl)	27,1 ± 12,3	33,9 ± 14,6	0,19	31,8 ± 14,1
Triglicérides (mg/dl)	114,00(82,00-184,25)	193,00(116,00-232,00)	0,13	182,0 ± 122,0
Tempo de diabetes (anos)	2,00(1,00-5,50)	7,00(4,00-10,00)	0,03	6,6 ± 5,6
Hipertensão n (%)	4	6	0,44	10
Obesidade n (%)	4	11	0,78	15

Dados apresentados como média ± DP e mediana (quartil 1 – quartil 3). BCG: Grupo bom controle glicêmico. HDL: lipoproteína de alta densidade. ICG: grupo insuficiente controle glicêmico. IMC: índice de massa corporal. LDL: lipoproteína de baixa densidade. VLDL: lipoproteína de muito baixa densidade.

Tabela 2. Parâmetros cardiopulmonares durante o teste cardiopulmonar

	BCG (n=11)	ICG (n=26)	p	TOTAL(n=37)
Basal				
FC (bpm)	76±11	82±11	0,13	80,84±11,05
PAS (mmHg)	130(111,5-130)	130(120-140)	0,21	131,68±17,16
PAD (mmHg)	80(72,5-90)	80(80-90)	0,66	81,78±8,42
Pico do exercício				
VO ₂ (ml/kg/min)	23,40(19,57-27,02)	21,40(19,30-25,00)	0,33	22,51±4,46
VE/VCO _{2slope}	35,52(32,82-38,88)	34,31(31,80-37,11)	0,58	35,27±6,32
FC (bpm)	163,00±18,00	155,00±20,00	0,28	158,13±19,25
% FC	97,77±8,92	95,35±10,44	0,47	96,13±9,96
PAS _{PICO} (mmHg)	201,00±19,00	201,00±30,00	0,98	201,08±26,93
PAD _{PICO} (mmHg)	90,00(90,00-107,50)	100,00(90,00-110,00)	0,59	98,35±12,36
RER	1,13(1,08-1,23)	1,12(1,07-1,20)	0,48	1,14±0,10
PV (mmHg)	5,85±1,08	5,86±1,31	0,98	5,86±1,24
PC (mmHg.ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	4756,05±1061,67	4434,15±1247,83	0,46	4529,85±1190,23

BCG: grupo bom controle glicêmico. FC: frequência cardíaca. ICG: grupo insuficiente controle glicêmico. PAD: pressão arterial diastólica. PAS: pressão arterial sistólica. PC: potência circulatória. PV: potência ventilatória. RER: relação de troca respiratória. VE/VCO_{2slope}: inclinação do índice de eficiência ventilatória do equivalente ventilatório de dióxido de carbono. VO₂: de consumo de oxigênio.

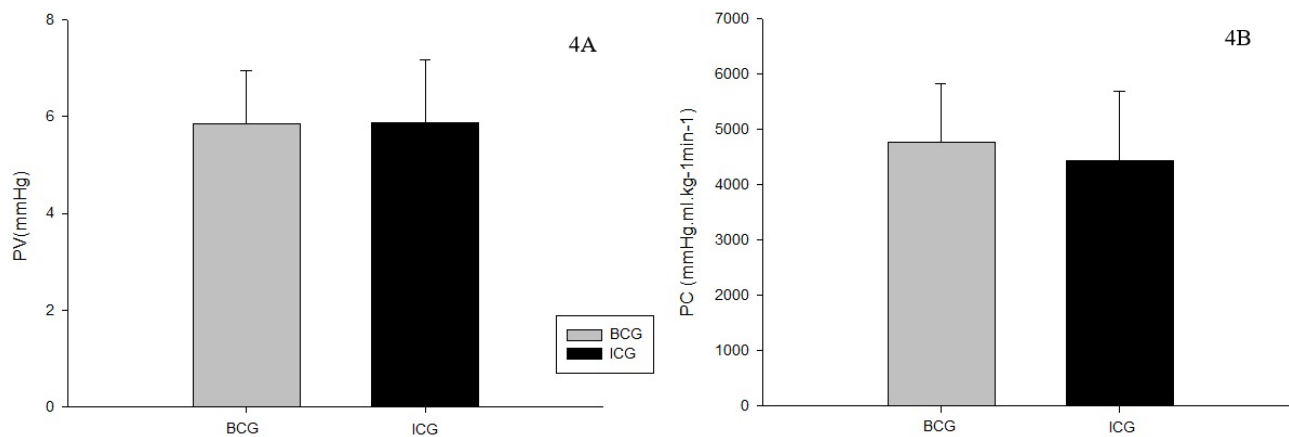


Fig. 4. BCG: grupo bom controle glicêmico; ICG: grupo insuficiente controle glicêmico; PC: potência circulatória; PV: potência ventilatória. Os dados estão apresentados como média e desvio padrão.

Tabela 3. Análise do coeficiente de correlação entre controle glicêmico (HbA1c) e Potência Ventilatória e Potência Circulatória

	r	p
ICG		
PV	-0,205	0,314
PC	0,045	0,825
BCG		
PV	-0,398	0,225
PC	-0,443	0,172
TOTAL		
PV	-0,167	0,322
PC	-0,128	0,451

BCG: grupo bom controle glicêmico. ICG: grupo insuficiente controle glicêmico. PC: potência circulatória. PV: potência ventilatória.

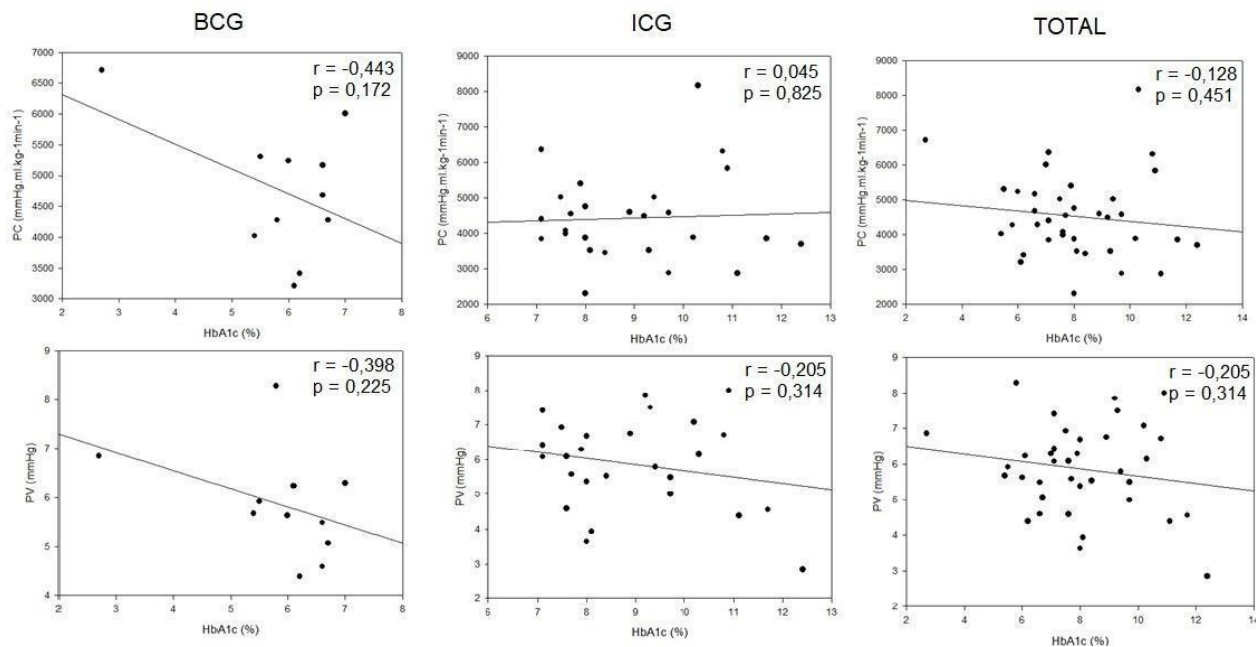


Fig. 5. BCG: grupo bom controle glicêmico; ICG: grupo insuficiente controle glicêmico; PC: potência circulatória; PV: potência ventilatória

1.4 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo investigar a influência do controle glicêmico na capacidade funcional aeróbia por meio da PC e PV em pacientes com diagnóstico de DM2. Após os pacientes serem submetidos ao teste de esforço cardiorrespiratório, podemos considerar que, para a amostra estudada, não foi possível identificar diferenças entre as variáveis. A hipótese inicial deste estudo foi baseada na premissa de que pacientes com controle glicêmico insuficiente teriam valores de PC e PV menores quando comparados a pacientes com bom controle glicêmico, porém, ao analisar os resultados de ambos os grupos, as variáveis apresentaram valores sem diferenças significativas, o que não era esperado.

Sabe-se que o controle glicêmico é por si só um fator de risco para diversas complicações no DM, dessa forma é válido levar outras complicações em consideração, como por exemplo o tempo de diabetes, que é ainda muito recente entre os dois grupos (BCG: 2 anos e ICG: 7 anos). Acreditamos que esse tempo mais curto de diabetes pode não ter sido o

suficiente para gerar as complicações que poderiam originar diferenças significativas entre as variáveis (STOLAR, 2010).

A literatura sugere que o aumento da HbA1c tem se mostrado um preditor independente de doença cardiovascular em pacientes adultos com DM2 (MORGAN; CURRIE; PETERS, 2000). As complicações, tanto macro quanto microvasculares, incluindo a neuropatia diabética, estão fortemente relacionadas ao aumento da HbA1c (STOLAR, 2010) e entre os sintomas relacionados a esse tipo de neuropatia está a intolerância ao exercício que leva à baixa adesão aos programas de exercícios físicos resultando em redução da capacidade cardiorrespiratória avaliada pelo VO_{2PICO} quando comparado a um grupo controle (ZILLIOX; RUSSELL, 2019). Nesse contexto, nossos achados corroboram os encontrados na literatura, uma vez que os pacientes incluídos neste estudo também apresentavam redução da capacidade funcional aeróbia segundo a American Heart Association (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 1972).

Dessa forma, o controle glicêmico insuficiente pode comprometer a aptidão física acessada pelo VO_{2PICO} como confirmado por Niranjani et al. (NIRANJANI et al., 1997) ao comparar pacientes saudáveis com diabéticos controlados e não controlados. Esperávamos encontrar as mesmas diferenças comparando PC e PV, uma vez que mecanismos como controle autonômico e respostas pulmonares comprometidas (EL-HABASHY; AGHA; EL-BASUNI, 2014) além da rigidez arterial (ITALIANO MONTEIRO et al., 2022) podem afetar essas variáveis, bem como a aptidão física.

Em relação à PC e PV, ainda não encontramos valores de referência para a população de DM2 que possam nos fornecer informações comparativas aos nossos achados, porém, um estudo comparou pacientes com doença arterial coronariana (CASTELLO-SIMÕES et al., 2015) com indivíduos saudáveis encontrando, nesta população, valores mais elevados para as duas variáveis. Comparando os valores encontrados em nosso estudo com os descritos por

Castello-Simões, et al. (2015), podemos dizer que a população de DM2 apresenta valores de PC e PV inferiores à população saudável. Da mesma forma, Mezzani (2017) (MEZZANI, 2017) descreve que a PC é um parâmetro interessante fornecido pelo TECP capaz de avaliar de forma não invasiva a função sistólica do ventrículo esquerdo durante o exercício incremental; neste estudo o autor traz valores de referência para a população saudável que variam de 5680 a 7050 mmHg.ml.kg⁻¹min⁻¹. Assim, os pacientes envolvidos neste estudo apresentaram valores de PC inferiores aos valores de referência citados.

Acreditamos que a baixa capacidade funcional aeróbia dos pacientes de ambos os grupos pode ter se refletido nos valores de PC e PV uma vez que o VO₂PICO apresenta uma correlação significativa com as variáveis estudadas.

Como em todo trabalho, nosso estudo também apresentou algumas limitações: 1) o tamanho da amostra foi relativamente pequeno, especialmente para o grupo com bom controle glicêmico. 2) a falta de um grupo controle com indivíduos aparentemente saudáveis para comparar PC e PV, pois não existem valores de referência para essas variáveis para a população de DM2.

Como importância clínica, podemos destacar que dada a já conhecida importância do controle glicêmico em diversas complicações do DM2, este estudo pretendeu conscientizar sobre o controle da doença, porém, embora não tenhamos observado influência direta nos índices de PC e PV, o tamanho da amostra deve ser considerado, para que novos estudos possam consolidar esses achados.

Ademais, o estudo traz à tona a PC e PV, importantes marcadores do nível de integridade cardiopulmonar (CASTELLO-SIMÕES et al., 2015) a serem abordados em programas de reabilitação. Além disso, também reforçamos a necessidade de estudos para determinar valores de corte indicativos para pacientes diagnosticados com DM2.

Em conclusão, PC e PV foram semelhantes em indivíduos com DM2 independentemente do controle glicêmico. A capacidade preditiva dessas variáveis nos desfechos de saúde merece ser mais investigada no DM2.

1.5 REFERÊNCIAS:

AMERICAN HEART ASSOCIATION. **Committee on Exercise: exercise testing and training of apparently healthy individuals: a handbook for physicians**. Dalas: [s.n.].

ANJOS, D. M. DA C. DOS et al. Avaliação da capacidade funcional em idosos diabéticos. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 19, n. 1, p. 73–78, mar. 2012.

BALADY, G. J. et al. Clinician’s Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 122, n. 2, p. 191–225, 13 jul. 2010.

BRUCE, R. A. et al. EXERCISING TESTING IN ADULT NORMAL SUBJECTS AND CARDIAC PATIENTS. **Pediatrics**, v. 32, p. SUPPL 742-756, out. 1963.

CASTELLO-SIMÕES, V. et al. Circulatory and Ventilatory Power: Characterization in Patients with Coronary Artery Disease. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 104, n. 6, p. 476–485, jun. 2015.

COBAS, R. **Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes - Ed. 2022**. Disponível em: <<https://diretriz.diabetes.org.br>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

COHEN-SOLAL, A. et al. A non-invasively determined surrogate of cardiac power ('circulatory power') at peak exercise is a powerful prognostic factor in chronic heart failure. **European Heart Journal**, v. 23, n. 10, p. 806–814, maio 2002.

EL-HABASHY, M. M.; AGHA, M. A.; EL-BASUNI, H. A. Impact of diabetes mellitus and its control on pulmonary functions and cardiopulmonary exercise tests. **Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis**, v. 63, n. 2, p. 471–476, 1 abr. 2014.

FORMAN, D. E. et al. Ventilatory power: a novel index that enhances prognostic assessment of patients with heart failure. **Circulation. Heart Failure**, v. 5, n. 5, p. 621–626, 1 set. 2012.

GREGG, E. W. et al. Diabetes and physical disability among older U.S. adults. **Diabetes Care**, v. 23, n. 9, p. 1272–1277, set. 2000.

HIRASHIKI, A. et al. Circulatory power and ventilatory power over time under goal-oriented sequential combination therapy for pulmonary arterial hypertension. **Pulmonary Circulation**, v. 7, n. 2, p. 448–454, 21 mar. 2017.

IDF diabetes atlas - Home. International Diabetes Federation, , 2021. Disponível em: <<http://www.diabetesatlas.org/>>. Acesso em: 13 maio. 2022

ITALIANO MONTEIRO, C. et al. Arterial stiffness can predict cardiorespiratory fitness in type 2 diabetic patients? **European Journal of Clinical and Experimental Medicine**, n. 1, p. 28–35, 2022.

MEZZANI, A. Cardiopulmonary Exercise Testing: Basics of Methodology and Measurements. **Annals of the American Thoracic Society**, v. 14, n. Supplement_1, p. S3–S11, jul. 2017.

MIRANDA, A. L. N. et al. VO2MAX ESTIMADO POR EQUAÇÕES PREDITIVAS APRESENTA BAIXA CONCORDÂNCIA COM O OBTIDO PELO TESTE

CARDIOPULMONAR - PADRÃO OURO. **Revista da Educação Física / UEM**, v. 26, n. 1, p. 131–145, mar. 2015.

MORGAN, C. L.; CURRIE, C. J.; PETERS, J. R. Relationship between diabetes and mortality: a population study using record linkage. **Diabetes Care**, v. 23, n. 8, p. 1103–1107, ago. 2000.

MUNRO, B. H. **Correlation. Statistical methods for health care research**. 4. ed. Philadelphia: Lippincott, 2001.

NETTO, A. P. et al. Atualização sobre hemoglobina glicada (HbA1C) para avaliação do controle glicêmico e para o diagnóstico do diabetes: aspectos clínicos e laboratoriais. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 45, n. 1, p. 31–48, fev. 2009.

NIRANJAN, V. et al. Glycemic Control and Cardiopulmonary Function in Patients With Insulin-Dependent Diabetes Mellitus. This work was supported by the American Lung Association of Texas. C.C.W. Hsia is a recipient of the Established Investigator Award from the American Heart Association. **The American Journal of Medicine**, v. 103, n. 6, p. 504–513, 1 dez. 1997.

QUEIROZ, K. C.; SILVA, I. N.; ALFENAS, R. DE C. G. Associação entre fatores nutricionais e o controle glicêmico de crianças e adolescentes com diabetes melito tipo 1. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 54, n. 3, p. 319–325, mar. 2010.

ROSSANEIS, M. A. et al. Fatores associados ao controle glicêmico de pessoas com diabetes mellitus. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 997–1005, mar. 2019.

SAEEDI, P. et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 157, p. 107843, nov. 2019.

SBD. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020 | Request PDF**. Disponível em: <www.diabetes.org.br>. Acesso em: 21 mar. 2020.

SILVA, D. A. S. et al. Physical inactivity as risk factor for mortality by diabetes mellitus in Brazil in 1990, 2006, and 2016. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 11, p. 23, 2019.

SILVA, F. M. et al. Papel do índice glicêmico e da carga glicêmica na prevenção e no controle metabólico de pacientes com diabetes melito tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 5, p. 560–571, jul. 2009.

STOLAR, M. Glycemic Control and Complications in Type 2 Diabetes Mellitus. **The American Journal of Medicine**, Current Issues in the Treatment of Type 2 Diabetes. v. 123, n. 3, Supplement, p. S3–S11, 1 mar. 2010.

WANG, N. et al. High-intensity interval versus moderate-intensity continuous training: Superior metabolic benefits in diet-induced obesity mice. **Life Sciences**, v. 191, p. 122–131, 15 dez. 2017.

WASSERMAN, K. **Principles of Exercise Testing and Interpretation**. 3. ed. [s.l.] lippincott, Williams E Comercial Wilkins, 1999.

WEI, M. et al. The association between cardiorespiratory fitness and impaired fasting glucose and type 2 diabetes mellitus in men. **Annals of Internal Medicine**, v. 130, n. 2, p. 89–96, 19 jan. 1999.

ZILLIOX, L. A.; RUSSELL, J. W. Physical activity and dietary interventions in diabetic neuropathy: a systematic review. **Clinical Autonomic Research**, v. 29, n. 4, p. 443–455, 1 ago. 2019.